یونٹ 8

مادہ کی حرارتی خصوصیات

(Thermal Properties of Matter)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- ٹمپریچر کی تعریف بطور ایسی مقدار جو تھرمل انرجی کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتی ہے کر سکیں۔
- حرارت کی تعریف (ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے دو اجسام کے درمیان منتقل ہونے والی انرجی) کر سکیں۔
- ایک تھرمومیٹر بنانے کے لیے درکار میٹیریل کی تھرمومیٹری کی بنیادی خصوصیات کی فہرست مرتب کر سکیں۔
- ایک سکیل کے ٹمپریچر کو دوسرے سکیل (فارن ہائیٹ، سیلسیس اور کیلون) میں تبدیل کر سکیں۔
- کسی جسم کے ٹمپریچر میں اضافہ کو اس کی انٹرنل انرجی میں اضافہ کے طور پر بیان کر سکیں۔
- حرارتی گنجائش اور مخصوص حرارتی گنجائش کی تعریف کر سکیں۔
- میلٹنگ کی مخفی حرارت اور ایوپوریشن کی مخفی حرارت کو (ٹمپریچر میں تبدیلی کیے بغیر حالت کی تبدیلی کے لیے انتقال انرجی کے طور پر) بیان کر سکیں۔
- ٹمپریچر-ٹائم گراف بنا کر برف کے میلٹنگ کی مخفی حرارت اور پانی کے ایوپوریشن کی مخفی حرارت معلوم کرنے کے تجربات بیان کر سکیں۔
- ایوپوریشن کے عمل کی وضاحت کر سکیں نیز بوائلنگ اور ایوپوریشن کے عمل میں فرق واضح کر سکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

ٹمپریچر سکیلز	سائنس - IV
ایوپوریشن	سائنس - V
حرارتی پھیلاؤ	سائنس - VIII

یہ یونٹ راہنمائی کرتا ہے:

تھرموڈائنامکس	فزکس - XI

- واضح کرسکیں کہ ایویپوریشن کا عمل ٹھنڈک کا باعث بنتا ہے۔
- سطحی ایویپوریشن پر اثر انداز ہونے والے عوامل تحریر کرسکیں۔
- ٹھوس اجسام کے حرارتی پھیلاؤ کی بطور لی نیئر اور والیومیٹرک پھیلاؤ کی وضاحت کرسکیں۔
- مائعات کے حرارتی پھیلاؤ (حقیقی اور ظاہری) کو واضح کرسکیں۔
- اس یونٹ میں سیکھی گئی مساوات پر مبنی مشقی سوالات حل کرسکیں۔

تحقیقی مہارت

- اظہار کرسکیں کہ ایویپوریشن ٹھنڈک کا سبب بنتا ہے۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- وضاحت کرسکیں کہ تھرموسٹیٹ میں استعمال کی جانے والی دو دھاتی پٹری (bimetallic strip) کی بنیاد میٹلز کے حرارتی پھیلاؤ کی شرح پر ہے۔
- پانی کی نسبتاً زیادہ حرارت مخصوصہ کی وجہ سے روزمرہ زندگی پر کوئی ایک اثر بیان کرسکیں۔
- حرارتی پھیلاؤ کے روزمرہ زندگی میں اطلاق اور نتائج تحریر کرسکیں اور ان کی وضاحت کرسکیں۔
- ریفریجریشن کے عمل میں CFC کے بغیر ایویپوریشن سے پیدا ہونے والی ٹھنڈک کے استعمال کو بیان کرسکیں۔

اہم تصورات

8.1	ٹمپریچر اور حرارت
8.2	تھرمومیٹر
8.3	مخصوص حرارتی گنجائش
8.4	میلٹنگ کی مخفی حرارت
8.5	ایویپوریشن کی مخفی حرارت
8.6	ایویپوریشن
8.7	حرارتی پھیلاؤ

ہم حرارت نہ صرف کھانا پکانے کے لیے بلکہ دیگر کاموں میں بھی استعمال کرتے ہیں۔ ان کاموں کے لیے حرارت کو مکینیکل انرجی، الیکٹریکل انرجی، وغیرہ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ یہ صرف اسی صورت ممکن ہے، اگر ہم حرارت کی حقیقت سے واقف ہوں۔ حرارت فزکس میں ایک اہم تصور ہے۔ لوگ تاریخ کے ہر دور میں حرارت کی نوعیت کی وضاحت کرنے کی کوشش کرتے رہے ہیں۔ حرارتی مظاہر کا مطالعہ حرارت، ٹمپریچر اور انٹرنل انرجی جیسی کچھ اہم اصطلاحات کی محتاط تعریف کا متقاضی ہے۔ اس یونٹ میں ہم حرارت، ٹمپریچر، ٹمپریچر کی پیمائش اور مختلف حرارتی مظاہر سے متعلق متعدد تصورات پر بحث کریں گے۔

شکل 8.1: کھانا پکانے کے لیے حرارت درکار ہوتی ہے۔

8.1 ٹمپریچر اور حرارت (Temperature and Heat)

جب ہم کسی جسم کو چھوتے ہیں تو ہم اسے گرم یا ٹھنڈا محسوس کرتے ہیں۔ کوئی جسم کتنا گرم یا ٹھنڈا ہے اس کا تعلق جسم کے ٹمپریچر سے ہے۔ پس

کسی جسم کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کو ٹمپریچر کہتے ہیں۔

ایک جلتی ہوئی موم بتی کا شعلہ گرم ہوتا ہے اور اس کا ٹمپریچر زیادہ ہوتا ہے۔ اس کے برعکس برف ٹھنڈی ہوتی ہے اور اس کا ٹمپریچر کم ہوتا ہے۔ ہم کسی جسم کو چھو کر اندازہ لگا سکتے ہیں کہ وہ کتنا گرم یا ٹھنڈا ہے۔ تاہم اس طرح سے کسی جسم کے ٹمپریچر کا اندازہ لگانا ناقابل بھروسہ ہے۔ مزید برآں کسی گرم جسم کو چھونا ہمیشہ محفوظ نہیں ہوتا۔ ہمیں جس چیز کی ضرورت ہے وہ ہے کسی جسم کی گرمائش یا ٹھنڈک معلوم کرنے کا ایک قابل بھروسہ اور قابل عمل طریقہ۔

ٹمپریچر کے تصور کو سمجھنے کے لیے حرارتی اتصال (thermal contact) اور تھرمل ایکوی لبریم (thermal equilibrium) کی اصطلاحات کو سمجھنا کارآمد ہوگا۔ موسم گرما میں برف کو سٹور کرنے کے لیے کپڑے میں لپیٹ دیا جاتا ہے یا اسے لکڑی کے بکس یا تھرماس فلاسک میں رکھا جاتا ہے۔ اس طرح برف کا اس کے گردوپیش سے رابطہ کمزور ہو جاتا ہے اور برف جلد نہیں پگھلتی۔ اسی طرح جب آپ گرم چائے یا گرم پانی کا پیالہ کمرے میں رکھتے ہیں تو یہ آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہوتا چلا جاتا ہے۔ کیا یہ ٹھنڈا ہونے کا عمل جاری رہتا ہے؟ جیسے ہی یہ اشیا کمرے کے درجہ حرارت پر پہنچتی ہیں، ٹھنڈا ہونے کا عمل رک جاتا ہے۔ پس ٹمپریچر حرارت کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتا ہے۔ حرارت گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف بہتی ہے جب تک کہ دونوں کا ٹمپریچر ایک نہیں ہو جاتا۔ اسے تھرمل ایکوی لبریم کہتے ہیں۔

جب ہم کسی گرم جسم کو چھوتے ہیں تو کیا ہوتا ہے؟ دو اجسام لیں جن کا ٹمپریچر مختلف ہو۔ انہیں ایک دوسرے سے ملا دیں۔ گرم جسم کا ٹمپریچر کم ہو جاتا ہے۔ اس کی انرجی میں کمی واقع ہوتی ہے۔ یہ انرجی نسبتاً کم ٹمپریچر پر ٹھنڈا جسم جذب کر لیتا ہے۔ ٹھنڈا جسم انرجی جذب کرتا ہے اور اس کے ٹمپریچر میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ انرجی کی منتقلی اس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک دونوں اجسام کا ٹمپریچر یکساں نہیں ہو جاتا۔ انرجی کی وہ شکل جو ایک گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کو منتقل ہوتی ہے، حرارت

کیا آپ جانتے ہیں؟

زعفران کا پھول ایک قدرتی تھرمومیٹر ہے۔ جب ٹمپریچر صحیح طور پر 23°C ہوتا ہے تو یہ کھل اٹھتا ہے اور جب ٹمپریچر 23°C سے گرتا ہے تو یہ بند ہو جاتا ہے۔

شکل 8.2: ایک سٹرپ تھرمومیٹر

کہلاتی ہے۔ پس

حرارت انرجی کی ایک شکل ہے جو باہمی طور پر متصل دو اجسام میں ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے منتقل ہوتی ہے۔

شکل 8.3: ایک تھرمومیٹر جسم کا ٹمپریچر ظاہر کرتا ہے۔

حرارت کو سفر کرتی ہوئی انرجی کہا جاتا ہے۔ ایک دفعہ جب ایک جسم حرارت جذب کر لیتا ہے تو یہ اس جسم کی انٹرنل انرجی کی شکل اختیار کر لیتی ہے اور ہیٹ انرجی کے طور پر اس کا وجود ختم ہو جاتا ہے۔

ایک جسم کی انٹرنل انرجی سے کیا مراد ہے؟

کسی جسم کے ایٹمز اور مالیکیولز کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی کے مجموعہ کو اس کی انٹرنل انرجی کہا جاتا ہے۔

ایک جسم کی انٹرنل انرجی کا انحصار متعدد عوامل پر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر کسی جسم کا ماس، مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی وغیرہ۔ کسی ایٹم یا مالیکیول کی کائی نیٹک انرجی اس کی موشن کی وجہ سے ہوتی ہے، جس کا انحصار ٹمپریچر پر ہے۔ ایٹمز یا مالیکیولز کی پوٹینشل انرجی مالیکیولز کے درمیان باہمی کشش کی فورسز کی وجہ سے سٹور ہونے والی انرجی ہے۔

مختصر مشق

1. مندرجہ ذیل اشیا میں سے کس شے کے مالیکیولز 10°C پر زیادہ اوسط کائی نیٹک انرجی کے حامل ہوں گے؟
(a) سٹیل (b) کاپر
(c) پانی (d) مرکری
2. ہر تھرمومیٹر کسی میٹیریل کی کسی ایسی خصوصیت کا استعمال کرتا ہے جو ٹمپریچر کے ساتھ تبدیل ہوتی ہے۔ درج ذیل تھرمومیٹرز میں استعمال ہونے والی خصوصیت کا نام لکھیں۔
(a) سٹرپ تھرمومیٹرز
(b) مرکری تھرمومیٹرز

8.2 تھرمومیٹر (Thermometer)

کسی جسم کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والا آلا تھرمومیٹر کہلاتا ہے۔

کچھ اشیا ایسی خصوصیت کی حامل ہوتی ہیں جو ٹمپریچر کے ساتھ تبدیل ہوتی ہیں۔ وہ اشیا جن میں ٹمپریچر کے ساتھ تبدیلی آتی ہے، تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر استعمال کی جا سکتی ہیں۔ مثال کے طور پر کچھ اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں، کچھ اپنا رنگ تبدیل کرتی ہیں، کچھ کی الیکٹرک رزسٹنس (electric resistance) تبدیل ہوتی ہے، وغیرہ۔ قریباً تمام اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں۔ مائعات گرم کرنے پر پھیلتے ہیں۔ یہ بھی تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر موزوں ہیں۔

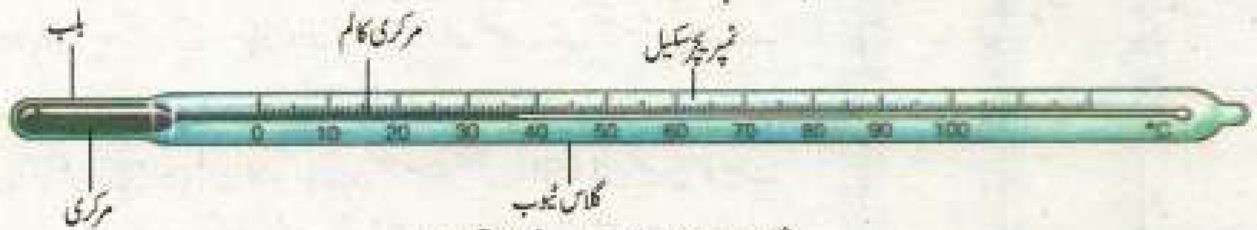
عام استعمال میں آنے والے تھرمومیٹرز میں مناسب مائع شے کو تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر استعمال کر کے بنایا جاتا ہے۔ ایک تھرمومیٹر میں استعمال ہونے والا

مائع مندرجہ ذیل خصوصیات کا حامل ہونا چاہیے؟

- یہ نظر آنا چاہیے۔
- یہ یکساں حرارتی پھیلاؤ رکھتا ہو۔
- اس کا فریزنگ پوائنٹ کم ہونا چاہیے۔
- اس کا بوائلنگ پوائنٹ زیادہ ہونا چاہیے۔
- یہ گلاس کو گیلا نہ کرنے والا ہونا چاہیے۔
- یہ حرارت کا اچھا کنڈکٹر ہونا چاہیے۔
- یہ کم حرارت مخصوصہ رکھنے والا ہونا چاہیے۔

گلاس میں مائع والا تھرمومیٹر (Liquid-in-Glass Thermometer)

گلاس میں مائع والے تھرمومیٹر میں ایک یکساں اور باریک سوراخ والی لمبی کیپلری ٹیوب (capillary tube) کے سرے پر بلب ہوتا ہے، جیسا کہ شکل (8.4) میں دکھایا گیا ہے۔

تھرمومیٹر کے بلب میں کوئی مناسب مائع بھر دیا جاتا ہے۔ جب بلب کسی گرم جسم کے ساتھ مَس کرتا ہے تو اس میں موجود مائع پھیلتا ہے اور اس کا لیول ٹیوب میں اوپر چڑھتا ہے۔ تھرمومیٹر کے گلاس کی ٹیوب موٹی ہوتی ہے اور سلنڈر نما لینز (lens) کے طور پر کام کرتی ہے۔ اس کی وجہ سے گلاس ٹیوب میں مائع کا لیول آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے۔

شکل 8.4: ایک گلاس میں مرکری تھرمومیٹر

مرکری $-39°C$ پر جم جاتا ہے اور $357°C$ پر کھولتا ہے۔ یہ اوپر دی گئی تمام تھرمومیٹری خصوصیات رکھتا ہے۔ اس لیے گلاس میں مائع والے عام تھرمومیٹرز میں عام مرکری مناسب ترین مائعات میں سے ایک ہے۔ گلاس میں مرکری والے تھرمومیٹرز لیبارٹریز، ہسپتالوں اور گھروں میں $-10°C$ سے $150°C$ تک ٹمپریچر کی پیمائش کرنے کے لیے وسیع طور پر استعمال ہوتے ہیں۔

اَپر اور لوئر فکسڈ پوائنٹس

تھرمومیٹر کی ٹیوب پر ایک سکیل کندہ کر دیا جاتا ہے۔ اس سکیل پر دو فکسڈ پوائنٹس ہوتے ہیں۔ لوئر فکسڈ پوائنٹ تھرمومیٹر میں مرکری کی اس پوزیشن کو ظاہر کرتا ہے جس پر برف پگھلتی ہے۔ اسی طرح اَپر فکسڈ پوائنٹ تھرمومیٹر میں مرکری کی اس پوزیشن کو ظاہر کرتا ہے جس پر پانی کھولتا ہے۔

ٹمپریچر کے سکیلز (Scales of Temperature)

تھرمومیٹر کی سکیل پر نشانات لگا دیے جاتے ہیں۔ تھرمومیٹر کے بلب سے مَس کرتے ہوئے جسم کا ٹمپریچر اس سکیل پر پڑھا جا سکتا ہے۔ عام طور پر ٹمپریچر کے تین سکیل استعمال ہوتے ہیں جو یہ ہیں۔

(i) سیلسیس یا سینٹی گریڈ سکیل (Celsius or Centigrade Scale)

(ii) فارن ہائیٹ سکیل (Fahrenheit Scale)

(iii) کیلون سکیل (Kelvin Scale)

شکل 8.5: ٹمپریچر کے مختلف سکیلز

سیلسیس سکیل پر لوئر اور اَپر فکسڈ پوائنٹس کے درمیانی فاصلہ کو 100 برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل (8.5a) میں دکھایا گیا ہے۔ لوئر فکسڈ پوائنٹ پر 0°C جبکہ اَپر فکسڈ پوائنٹ پر 100°C کندہ کر دیا جاتا ہے۔ فارن ہائیٹ سکیل پر دونوں فکسڈ پوائنٹس کے درمیانی وقفہ کو 180 برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ لوئر فکسڈ پوائنٹ پر 32°F اور اَپر فکسڈ پوائنٹ پر 212°F کندہ کر دیا جاتا ہے جیسا کہ شکل (8.5b) میں دکھایا گیا ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں ٹمپریچر کا یونٹ کیلون (K) ہے اور اس سکیل کو کیلون سکیل کہا جاتا ہے جیسا کہ شکل (8.5c) میں دکھایا گیا ہے۔ کیلون سکیل میں لوئر فکسڈ پوائنٹ اور اَپر فکسڈ پوائنٹ کے درمیانی وقفہ کو 100 برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ پس ٹمپریچر میں 1°C کی تبدیلی 1 K کی تبدیلی کے برابر ہوتی ہے۔ اس سکیل پر لوئر فکسڈ پوائنٹ 273 K ہے۔ جبکہ اَپر فکسڈ پوائنٹ 373 K ہے۔ اس سکیل پر زیرو ٹمپریچر کو اَب سولیوٹ زیرو (absolute zero) کہا جاتا ہے اور یہ -273°C کے برابر ہوتا ہے۔

ٹمپریچر سکیلز کی باہمی تبدیلی

سیلسیس سے کیلون سکیل میں تبدیلی

کیلون سکیل پر ٹمپریچر T معلوم کرنے کے لیے سیلسیس سکیل پر دیے گئے ٹمپریچر C میں 273 کا اضافہ کر دیا جاتا ہے۔ پس

$$T\,(K) = 273 + C \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (8.1)$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

سورج کا مرکز	15000000°C
سورج کی سطح	6000°C
الیکٹرک لیمپ یا الیکٹرک بلب	2500°C
گیس لیمپ	1580°C
کھولتا ہوا پانی	100°C
انسانی جسم	37°C
برف	0°C
فریزر میں برف	-18°C
مائع آکسیجن	-180°C

مثال 8.1

کیلون سکیل پر ٹمپریچر کیا ہوگا؟ جبکہ سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر 20°C ہے۔

حل

$$C = 20\ °C$$

چونکہ $T\,(K) = 273 + C$

اس لیے $T\,(K) = 273 + 20 = 293\ K$

کیلون سے سیلسیس سکیل میں تبدیلی

سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے کیلون سکیل پر دیے گئے ٹمپریچر سے 273 کو تفریق کر دیا جاتا ہے۔ پس

$$C = T\,(K) - 273 \quad \ldots \quad \ldots \quad (8.2)$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک کلینیکل تھرمومیٹر انسانی جسم کا ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کی رینج (range) 35°C سے 42°C تک ہوتی ہے۔ اس کی بناوٹ اس طرح سے ہوتی ہے کہ یہ بلب سے مرکری کو واپس مڑنے سے روکے رکھتا ہے۔ تاہم اس کی ریڈنگ اس وقت تک تبدیل نہیں ہوتی جب تک اسے ری سیٹ نہ کیا جائے۔

مثال 8.2

کیلون سکیل پر 300 K ٹمپریچر کو سیلسیس سکیل میں تبدیل کریں۔

حل

$$T\,(K) = 300\ K$$

جیسا کہ $C = T\,(K) - 273$

اس لیے $C = (300 - 273)\ °C$

$$C = 27\ °C$$

سیلسیس سے فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیلی

چونکہ سیلسیس سکیل پر 100 درجے فارن ہائیٹ سکیل پر 180 درجوں کے برابر ہوتے ہیں، اس لیے سیلسیس سکیل پر ہر درجہ فارن ہائیٹ سکیل پر 1.8 درجوں کے برابر ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں سیلسیس سکیل پر 0°C فارن ہائیٹ سکیل پر 32°F کے برابر ہوتا ہے۔ پس

$$F = 1.8C + 32 \quad \dots \quad \dots \quad (8.3)$$

یہاں F فارن ہائیٹ سکیل پر ٹمپریچر ہے اور C سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر ہے۔

مثال 8.3

سیلسیس سکیل پر 50 °C ٹمپریچر کو فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیل کریں۔

حل

$$C = 50\ °C$$

ہم جانتے ہیں کہ $F = (1.8\,C + 32)$

اس لیے $F = (1.8 \times 50 + 32)$

$$F = 122\ °F$$

پس سیلسیس سکیل پر 50°C فارن ہائیٹ سکیل پر 122°F کے برابر ہے۔

فارن ہائیٹ سکیل سے سیلسیس سکیل میں تبدیلی

مساوات (8.3) کی مدد سے ہم فارن ہائیٹ سکیل سے سیلسیس سکیل میں ٹمپریچر معلوم کر سکتے ہیں۔

مثال 8.4

فارن ہائیٹ سکیل پر 100 °F ٹمپریچر کو سیلسیس سکیل میں تبدیل کریں۔

حل

$$F = 100\ °F$$

ہم جانتے ہیں کہ $1.8\,C = F - 32$

اس لیے $1.8\,C = 100 - 32$

$$1.8\,C = 68$$

$$C = 68/1.8$$

$$C = 37.8\ ^\circ C$$

8.3 مخصوص حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity)

عام طور پر ایک جسم کو گرم کرنے پر اس کا ٹمپریچر بڑھتا ہے۔ جسم کے ٹمپریچر میں ہونے والا اضافہ اس کی جذب کردہ حرارت کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتا ہے۔ یہ بات بھی مشاہدہ میں آئی ہے کہ کسی جسم کے ٹمپریچر میں اضافہ ΔT کے لیے درکار حرارت ΔQ جسم کے ماس m کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ لہذا

$$\Delta Q \propto m\Delta T$$

یا

$$\Delta Q = c\,m\,\Delta T \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (8.4)$$

یہاں پر ΔQ جسم کی جذب کردہ حرارت کی مقدار ہے اور c تناسب کا کونسٹنٹ ہے۔ اسے مخصوص حرارتی گنجائش یا صرف حرارت مخصوصہ کہتے ہیں۔ کسی شے کی حرارت مخصوصہ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> کسی شے کی حرارت مخصوصہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو اس کے ایک کلوگرام ماس میں 1 کیلون ٹمپریچر کی تبدیلی لانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

مساوات (8.4) کی رو سے

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (8.5)$$

SI یونٹس میں ماس m کی پیمائش کلوگرام (kg) میں کی جاتی ہے۔ حرارت ΔQ کی پیمائش جول (J) میں کی جاتی ہے اور ٹمپریچر میں اضافہ ΔT کو کیلون (K) میں ماپا جاتا ہے۔ پس SI یونٹس میں حرارت مخصوصہ کا یونٹ $Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ چند عام اشیا کی حرارت مخصوصہ ٹیبل (8.1) میں دی گئی ہیں۔

پانی کی بڑی مخصوص حرارتی گنجائش کی اہمیت

پانی کی حرارت مخصوصہ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ اور خشک مٹی کی حرارت مخصوصہ قریباً $800\ JKg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ یہی وجہ ہے کہ یکساں مقدار میں

ٹیبل 8.1: چند عام اشیا کی حرارت مخصوصہ

شے	حرارت مخصوصہ $(Jkg^{-1}K^{-1})$
الکوحل	2500.0
ایلومینیم	903.0
اینٹ	900.0
کاربن	121.0
مٹی (گیلی)	920.0
کاپر	387.0
ایتھر	2010.0
گلاس	840.00
گولڈ	128.0
گرینائٹ	790.0
برف	2100.0
آئرن	470.0
لیڈ	128.0
مرکری	138.6
ریت	835.0
سلور	235.0
مٹی (خشک)	810.0
بھاپ	2016.0
ٹنگسٹن	134.8
تارپین	1760.3
پانی	4200.0
زنک	385.0

شکل 8.6: گاڑیوں میں استعمال ہونے والا کولنگ سسٹم

حرارت مہیا کرنے پر خشکی کا ٹمپریچر پانی کے ٹمپریچر کے مقابلہ میں زیادہ بڑھتا ہے۔ پس موسم گرما سے موسم سرما تک سمندر کے نزدیکی علاقوں میں دور کے علاقوں کی نسبت ٹمپریچر میں بہت معمولی نوعیت کی تبدیلیاں آتی ہیں۔

پانی کی حرارت مخصوصہ سب سے زیادہ ہے۔ اس وجہ سے یہ تھرمل انرجی کی ذخیرہ اندوزی اور ترسیل کے لیے بہت کارآمد ہے۔ گاڑیوں کے کولنگ سسٹم میں غیر ضروری تھرمل انرجی کے اخراج کے لیے پانی استعمال ہوتا ہے۔ ایک آٹوموبائل کے انجن میں بڑی مقدار میں تھرمل انرجی پیدا ہوتی ہے۔ جس کی وجہ سے اس کا ٹمپریچر بڑھتا جاتا ہے۔ اگر آٹوموبائل کے انجن کو ٹھنڈا نہ کیا جائے تو یہ ورک کرنے سے رک سکتا ہے۔ انجن کے گرد گردش کرتا ہوا پانی جیسا کہ شکل (8.6) میں تیر کے نشانات سے دکھایا گیا ہے، اس کے ٹمپریچر کو برقرار رکھتا ہے۔ پانی انجن کی غیر ضروری تھرمل انرجی کو جذب کر لیتا ہے اور ریڈی ایٹر کے ذریعے خارج کر دیتا ہے۔

سنٹرل ہیٹنگ سسٹم (central heating system) جیسا کہ شکل (8.7) میں دکھایا گیا ہے۔ تھرمل انرجی کو پائپوں کے ذریعے بوائلر سے ریڈی ایٹر تک لے جانے کے لیے گرم پانی استعمال ہوتا ہے۔ یہ ریڈی ایٹر گھروں کے اندر مناسب جگہوں پر لگائے جاتے ہیں۔

شکل 8.7: سنٹرل ہیٹنگ سسٹم

مثال 8.5

ایک برتن میں موجود 2.5 لٹر پانی ہے جس کا ٹمپریچر 20°C ہے۔ پانی کو ابالنے کے لیے حرارت کی کتنی مقدار درکار ہے؟

حل

پانی کا والیوم = 2.5 لٹر

کیونکہ ایک لٹر پانی کا ماس ایک کلوگرام کے برابر ہے۔ اس لیے

پانی کا ماس $m = 2.5\text{kg}$

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

ابتدائی ٹمپریچر $t_1 = 20^\circ\text{C}$

آخری ٹمپریچر $t_2 = 100^\circ\text{C}$

ٹمپریچر میں اضافہ $\Delta T = t_2 - t_1$

$= 100°C - 20°C$

$= 80°C$ or $80\ K$

چونکہ $Q = cm\Delta T$

اس لیے $Q = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 2.5\ kg \times 80\ K$

$Q = 840000\ J$

پس حرارت کی مطلوبہ مقدار 840000 J یا 840 kJ ہے۔

حرارتی گنجائش

کوئی جسم کتنی حرارت جذب کرسکتا ہے اس بات کا انحصار بہت سے عوامل پر ہوتا ہے۔ یہاں ہم حرارتی گنجائش کی تعریف یوں کریں گے۔

کسی جسم کی حرارتی گنجائش اس کے ٹمپریچر میں ایک کیلون (1K) اضافہ کے لیے جذب کردہ تھرمل انرجی کی مقدار ہوتی ہے۔

پس اگر ایک جسم کا ٹمپریچر حرارت کی مقدار ΔQ مہیا کرنے پر ΔT کی مقدار سے بڑھتا ہے تو اس کی حرارتی گنجائش $\frac{\Delta Q}{\Delta T}$ ہوگی۔

چونکہ حرارتی گنجائش $= \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{mc\,\Delta T}{\Delta T}$

$\therefore$ حرارتی گنجائش $= mc \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8.6)$

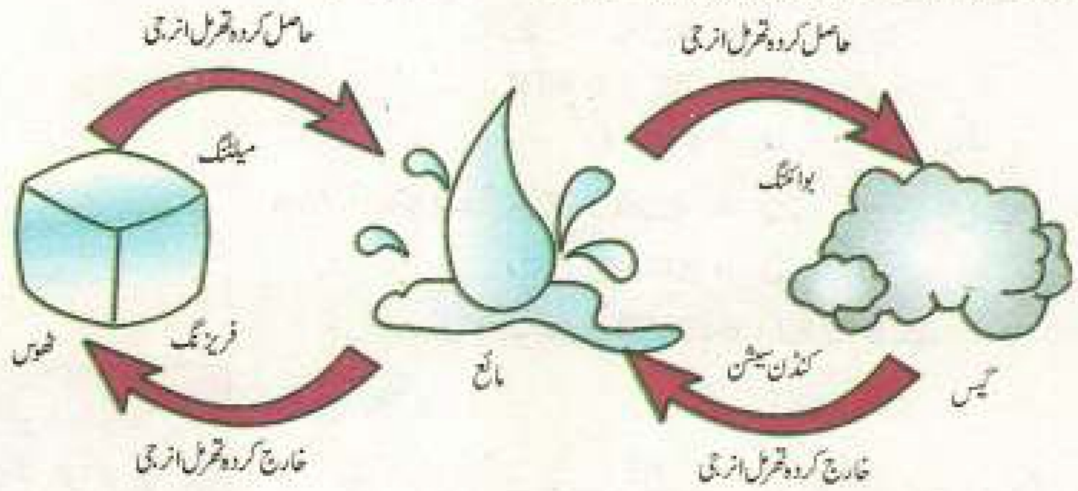
مساوات (8.6) سے ظاہر ہوتا ہے کہ کسی جسم کی حرارتی گنجائش اس جسم کے ماس اور اس کی مخصوص حرارتی گنجائش کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر 5 کلو گرام پانی کی حرارتی گنجائش $(5\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ $= 21000\ JK^{-1})$ ہوتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ 21000 J کے برابر حرارت 5 kg پانی کے ٹمپریچر میں 1K اضافہ کے لیے درکار ہے۔ لہٰذا جتنی کسی شے کی مقدار زیادہ ہوتی ہے اتنی ہی اس کی حرارتی گنجائش بھی زیادہ ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

بڑے آبی ذخائر جیسا کہ جھیلیں اور سمندر زیادہ حرارتی گنجائش کے باعث نزدیکی بری علاقوں میں آب وہوا کو معتدل رکھتے ہیں۔

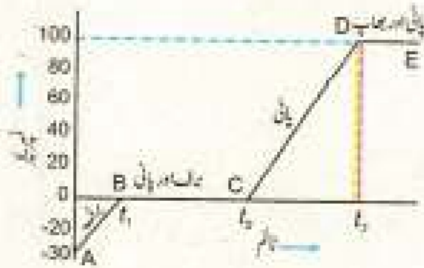
8.4 حالت کی تبدیلی (Change of State)

مادہ کو ایک حالت سے دوسری حالت میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ ایسی تبدیلی کے واقع

ہونے کے لیے کسی شے کو تھرمل انرجی مہیا کی جاتی ہے یا اس سے خارج کی جاتی ہے۔

شکل 8.8: تھرمل انرجی مادہ کی حالت میں تبدیلی لاتی ہے۔

سرگرمی 8.1

ایک بیکر لیں اور اسے سٹینڈ پر رکھ دیں۔ بیکر میں برف کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈالیں اور برف کا ٹمپریچر ماپنے کے لیے بیکر میں ایک تھرمومیٹر لٹکا دیں۔

اب بیکر کے نیچے ایک برنر (burner) رکھیں۔ برف اور پانی پر مشتمل مکسچر کا ٹمپریچر 0°C سے نہیں بڑھے گا، جب تک کہ ساری برف پگھل نہیں جاتی اور ہم 0°C پر پانی حاصل نہیں کر لیتے۔ اگر اس پانی کو مزید گرم کیا جائے تو اس کا ٹمپریچر 0°C سے بڑھنا شروع ہو جائے گا۔ جیسا کہ شکل (8.9) میں گراف کی مدد سے دکھایا گیا ہے۔

شکل 8.9: برف سے پانی اور بھاپ میں حالت کی تبدیلی کو ظاہر کرتا ہوا ٹمپریچر - ٹائم گراف۔

پارٹ AB: خم دار لائن کے اس حصہ پر برف کا ٹمپریچر -30°C سے 0°C تک بڑھتا ہے۔

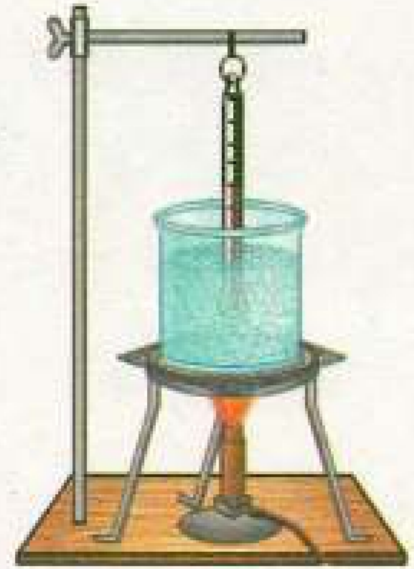
پارٹ BC: جب برف کا ٹمپریچر 0°C تک پہنچ جاتا ہے تو برف اور پانی کا مکسچر اس ٹمپریچر کو قائم رکھتا ہے جب تک کہ ساری برف پگھل نہ جائے۔

پارٹ CD: پانی کا ٹمپریچر آہستہ آہستہ 0°C سے 100°C تک بڑھتا ہے۔ انرجی کی مہیا کی گئی مقدار پانی کا ٹمپریچر بڑھانے میں استعمال ہوتی ہے۔

پارٹ DE: 100°C پر پانی کھولنا شروع ہوتا ہے اور بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہاں ٹمپریچر 100°C پر قائم رہتا ہے۔ حتیٰ کہ سارا پانی بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

8.5 پگھلاؤ کی مخفی حرارت (Latent Heat of Fusion)

جب کسی ٹھوس شے کو حرارت مہیا کر کے مائع حالت میں تبدیل کیا جاتا ہے تو اس عمل کو میلٹنگ یا فیوژن کہا جاتا ہے۔ جس ٹمپریچر پر کوئی ٹھوس شے پگھلنا شروع ہوتی ہے، اسے میلٹنگ پوائنٹ کہا جاتا ہے۔ اس کے برعکس جب مائع کو ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو یہ ٹھوس حالت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ جس ٹمپریچر پر کوئی شے مائع حالت سے ٹھوس حالت میں تبدیل ہوتی ہے وہ اس کا فریزنگ پوائنٹ کہلاتا ہے۔ مختلف اشیا کے میلٹنگ پوائنٹ مختلف ہوتے ہیں۔ تاہم کسی شے کا فریزنگ پوائنٹ وہی ہوتا ہے جو اس کا میلٹنگ پوائنٹ ہوتا ہے۔

شکل 8.10: برف کو گرم کرنا

کسی شے کے یونٹ ماس کو اس کا ٹمپریچر تبدیل کیے بغیر اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر ٹھوس سے مائع حالت میں تبدیل کرنے کے لیے درکار تھرمل انرجی کو اس کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت کہا جاتا ہے۔

اسے H_f سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

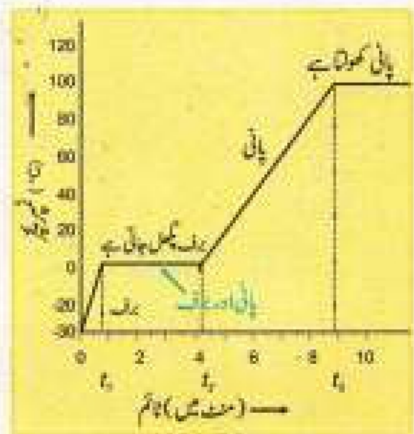
$$H_f = \frac{\Delta Q_f}{m}$$

یا

$$\Delta Q_f = m H_f \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8.7)$$

برف 0°C پر پانی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.36 \times 10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔ یعنی 0°C پر 1 کلوگرام برف کو پگھلانے کے لیے $3.36 \times 10^5\ J$ حرارت درکار ہوتی ہے۔

تجربہ 8.1

ایک بیکر لیں اور اسے سٹینڈ پر رکھیں۔ بیکر میں برف کے چھوٹے ٹکڑے ڈالیں اور ٹمپریچر ماپنے کے لیے بیکر میں ایک تھرمومیٹر لٹکائیں۔ بیکر کے نیچے برنر (burner) رکھیں۔ برف پگھلنا شروع ہو جائے گی۔ برف اور پانی کے مکسچر کا ٹمپریچر 0°C سے نہیں بڑھے گا۔ جب تک ساری برف پگھل نہیں جاتی۔ برف 0°C پر مکمل طور پر پگھل کر پانی میں تبدیل ہونے کے لیے جو وقت لیتی ہے وہ نوٹ کریں۔ بیکر میں موجود پانی کو 0°C پر مسلسل گرم کرتے جائیں۔ اس کا ٹمپریچر بڑھنا

شکل 8.11: ٹمپریچر۔ٹائم گراف جو کہ برف پانی میں تبدیل ہوتی ہے وہ کھولتا ہے جیسے کہ گرم کرنے کا عمل جاری رہتا ہے۔

شروع ہو جائے گا۔ وقت نوٹ کریں جو بیکر میں موجود پانی 0°C سے بوائلنگ پوائنٹ 100°C تک پہنچنے کے لیے لیتا ہے۔

ایک ٹمپریچر۔ٹائم گراف کھینچیں جیسا کہ شکل (8.11) میں دکھایا گیا ہے۔

دیے گئے ڈیٹا کی مدد سے پگھلاؤ کی مخفی حرارت معلوم کریں۔

فرض کریں برف کا ماس = m

گراف سے ٹائم معلوم کرنے کے لیے:

[برف کا 0°C پر مکمل طور پر پگھلنے کے لیے لیا گیا وقت] = $t_f = t_2 - t_1 =$ 3.6 منٹ

[پانی کو 0°C سے 100°C تک گرم کرنے کے لیے لیا گیا وقت] = $t_o = t_3 - t_2 =$ 4.6 منٹ

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

پانی کے ٹمپریچر میں اضافہ = $\Delta T = 100^{\circ}C = 100\ K$

[پانی کا ٹمپریچر 0°C سے 100°C تک بڑھانے کے لیے درکار حرارت] = $\Delta Q = m\,c\,\Delta T$

$= m \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 100\ K$

$= m \times 420\,000\ Jkg^{-1}$

$= m \times 4.2 \times 10^5\ Jkg^{-1}$

ٹمپریچر کو 0°C سے 100°C تک بڑھانے کے لیے حرارت ΔQ مہیا کی جاتی ہے۔ پس بیکر میں موجود پانی کی جذب کردہ حرارت ہے:

پانی کی حرارت جذب کرنے کی شرح = $\dfrac{\Delta Q}{t_o}$

وقت t_f میں جذب کردہ حرارت = $\Delta Q_f = \dfrac{\Delta Q \times t_f}{t_o}$

$= \Delta Q \times \dfrac{t_f}{t_o}$

مساوات (8.7) کی رو سے

$$\Delta Q_f = m \times H_f$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$m \times H_f = m \times 4.2 \times 10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{t_f}{t_o}$$

یا
$$H_f = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{t_f}{t_o}$$

t_f اور t_o کی قیمتیں گراف سے معلوم کی جا سکتی ہیں۔
اوپر دی گئی مساوات میں قیمتیں درج کرنے سے

$$H_f = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{3.6\ \text{منٹ}}{4.6\ \text{منٹ}}$$

$$= 3.29\times10^5\ Jkg^{-1}$$

مندرجہ بالا تجربہ سے معلوم کی گئی برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.29\times10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔ جبکہ اس کی حقیقی قیمت $3.36 \times 10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔

8.6 ویپورائزیشن کی مخفی حرارت
(Latent Heat of Vaporization)

جب کسی مائع کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر حرارت مہیا کی جاتی ہے تو اس کا ٹمپریچر کونسٹنٹ رہتا ہے۔ کسی مائع کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر دی جانے والی حرارت اس کے ٹمپریچر میں اضافہ کیے بغیر اس کی حالت کو مائع سے گیس میں تبدیل کرنے کے لیے استعمال ہو جاتی ہے۔ پس

حرارت کی وہ مقدار جو کسی مائع کے یونٹ ماس کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر ٹمپریچر میں اضافہ کیے بغیر مکمل طور پر گیس میں تبدیل کرتی ہے، ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کہلاتی ہے۔

اسے H_v سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$H_v = \frac{\Delta Q_v}{m}$$

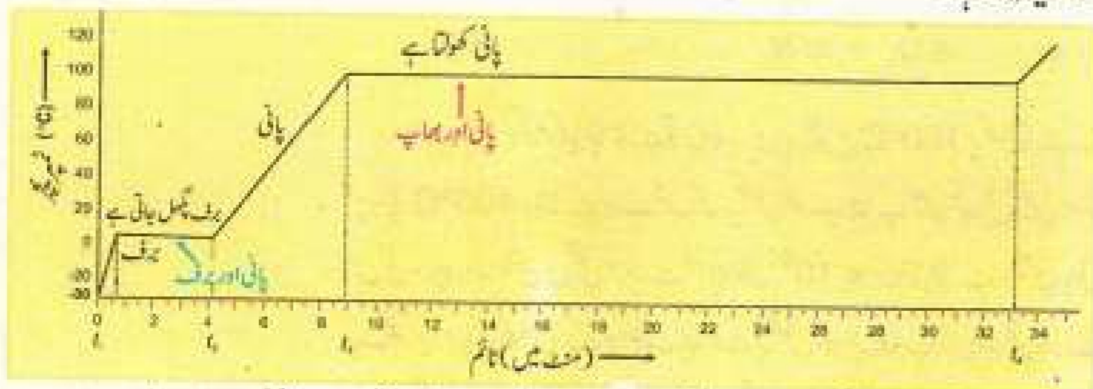
or $$\Delta Q_v = m H_v \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots \quad (8.8)$$

جب پانی کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ معیاری پریشر پر $100°C$ پر کھولتا ہے۔ اس کا ٹمپریچر $100°C$ رہتا ہے جب تک کہ یہ مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل نہیں ہو جاتا۔ اس کی ویپورائزیشن کی مخفی حرارت $2.26 \times 10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔ یعنی پانی کے ایک کلوگرام ماس کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے $2.26 \times 10^6\ J$ حرارت درکار ہوتی ہے۔

ٹیبل 8.2: چند عام اشیا کے میلٹنگ پوائنٹ، بوائلنگ پوائنٹ، پگھلاؤ کی مخفی حرارت اور ویپورائزیشن کی مخفی حرارت

شے	میلٹنگ پوائنٹ (°C)	بوائلنگ پوائنٹ (°C)	پگھلاؤ کی مخفی حرارت $(kJkg^{-1})$	ویپورائزیشن کی مخفی حرارت $(kJkg^{-1})$
ایلومینیم	660	2450	39.7	10500
کاپر	1083	2595	205.0	4810
گولڈ	1063	2660	64.0	1580
ہیلیم	-270	-269	5.2	21
لیڈ	327	1750	23.0	858
مرکری	-39	357	11.7	270
نائٹروجن	-210	-196	25.5	200
آکسیجن	-219	-183	13.8	210
پانی	0	100	336.0	2260

تجربہ 8.2

تجربہ 8.1 کے اختتام پر بیکر کے اندر کھولتا ہوا پانی ہوتا ہے۔ پانی کو گرم کرنے کا عمل جاری رکھیں حتیٰ کہ سارا پانی بھاپ میں تبدیل ہو جائے۔ وقت نوٹ کریں جو بیکر میں موجود پانی اپنے بوائلنگ پوائنٹ 100°C پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل ہونے کے لیے لیتا ہے۔

شکل 8.12: ٹمپریچر - ٹائم گراف، جیسے کہ گرم کرنے پر برف پانی میں تبدیل ہوتی ہے اور پانی بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

ٹمپریچر - ٹائم گراف کو مزید بڑھائیں جیسا کہ شکل (8.12) میں دکھایا گیا ہے۔ دیے گئے ڈیٹا سے برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت معلوم کریں۔ جیسا کہ نیچے دیا گیا ہے۔

فرض کریں m = برف کا ماس

[پانی کے 0°C سے 100°C تک گرم کرنے کے لیے درکار وقت] $= t_o = t_3 - t_2 =$ 4.6 منٹ

[پانی کے 100°C پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل ہونے کے لیے درکار وقت] $= t_v = t_4 - t_3 =$ 24.4 منٹ

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

پانی کے ٹمپریچر میں اضافہ $= \Delta T = 100^{\circ}\text{C} = 100\ \text{K}$

[پانی کا ٹمپریچر 0°C سے 100°C تک بڑھانے کے لیے درکار حرارت] $= \Delta Q = mc\Delta T$

$$= m \times 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 100\ \text{K}$$

$$= m \times 420000\ \text{Jkg}^{-1}$$

$$= m \times 4.2 \times 10^{5}\ \text{Jkg}^{-1}$$

کیونکہ برنر پانی کو t_o وقت میں اس کے ٹمپریچر میں 0°C سے 100°C تک اضافہ کرنے کے لیے حرارت ΔQ مہیا کرتا ہے۔ پس جس شرح سے بیکر نے حرارت جذب کی وہ نیچے دی گئی ہے۔

حرارت جذب کرنے کی شرح $= \dfrac{\Delta Q}{t_o}$

ٹائم t_v میں جذب شدہ حرارت $= \Delta Q_v = \dfrac{\Delta Q \times t_v}{t_o}$

$$= \Delta Q \times \frac{t_v}{t_o}$$

مساوات (8.8) کی رو سے

$$\Delta Q_v = m \times H_v$$

قیمتیں درج کرنے سے

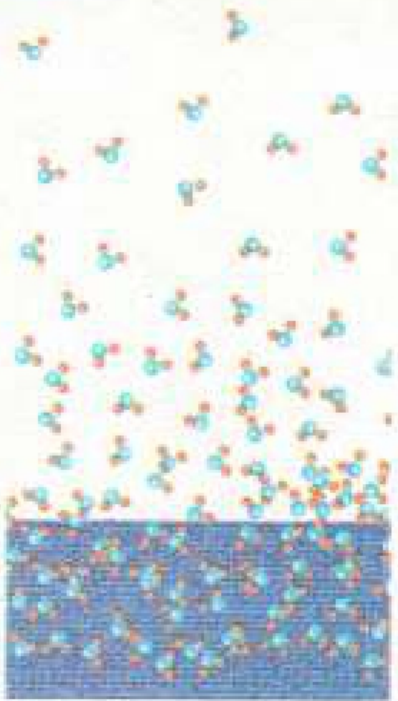
$$m \times H_v = m \times 4.2 \times 10^{5}\ \text{Jkg}^{-1} \times \frac{t_v}{t_o}$$

$$H_v = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{t_v}{t_o}$$ یا

گراف سے معلوم کی گئیں t_v اور t_o کی قیمتیں درج کرنے سے

$$H_v = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{24.4\ \text{منٹ}}{4.6\ \text{منٹ}}$$

$$= 2.23 \times10^6\ Jkg^{-1}$$

مندرجہ بالا تجربہ سے معلوم کی گئی پانی کے لیے ویپورائزیشن کی مخفی حرارت $2.23 \times 10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔ جبکہ اس کی حقیقی قیمت $2.26 \times 10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔

شکل 8.13: ایویپوریشن مائع کی سطح سے اسے گرم کیے بغیر بخارات میں تبدیل ہونے کا عمل ہے۔

8.7 ایویپوریشن (The Evaporation)

ایک پلیٹ میں کچھ پانی لیں۔ پانی کچھ دیر بعد غائب ہو جائے گا۔ یہ اس لیے ہے کہ پانی کے مالیکیولز کونسٹنٹ موشن میں ہوتے ہیں اور ان میں کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے۔ تیز رفتار مالیکیولز پانی کی سطح سے باہر نکل جاتے ہیں اور فضا میں چلے جاتے ہیں، اسے ایویپوریشن کہا جاتا ہے۔

ایک مائع کی سطح سے اسے گرم کیے بغیر مائع کا بخارات میں تبدیل ہونا، ایویپوریشن کہلاتا ہے۔

بوائلنگ کے برعکس، ایویپوریشن کا عمل ہر ٹمپریچر پر جاری رہتا ہے۔ لیکن یہ عمل صرف مائع کی سطح سے ہو رہا ہوتا ہے۔ جبکہ ویپورائزیشن کا عمل ایک مقررہ ٹمپریچر پر وقوع پذیر ہوتا ہے جو اس مائع کا بوائلنگ پوائنٹ ہوتا ہے۔ بوائلنگ پوائنٹ پر ایک مائع نہ صرف سطح سے بخارات میں تبدیل ہو رہا ہوتا ہے بلکہ مائع کے اندر سے بھی ایسا ہو رہا ہوتا ہے۔ یہ بخارات بلبلوں کی شکل میں کھولتے ہوئے مائع سے باہر آتے ہیں جو مائع کی سطح پر پہنچ کر ٹوٹ جاتے ہیں۔

مختصر مشق

1. حرارت مخصوصہ حرارتی گنجائش سے کیسے مختلف ہے؟
2. بخارات بننے سے ٹھنڈک پیدا ہونے کے اثر کے دو فوائد لکھیں۔
3. ایویپوریشن، ویپورائزیشن سے کس طرح مختلف ہے؟

ایویپوریشن کا عمل ہماری روزمرہ زندگی میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ گیلے کپڑوں کو جب پھیلا دیا جاتا ہے تو وہ جلد خشک ہو جاتے ہیں۔ ایویپوریشن ٹھنڈک کا سبب

بنتی ہے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟

ایو یپوریشن کے عمل کے دوران تیز رفتار مالیکیولز مائع کی سطح سے باہر نکل جاتے ہیں۔ وہ مالیکیولز جن کی کائی نیٹک انرجی کم ہوتی ہے، مائع میں رہ جاتے ہیں۔ اس طرح مائع کے مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی کم ہو جاتی ہے۔

چونکہ کسی شے کے ٹمپریچر کا انحصار اس کے مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی پر ہوتا ہے، اس لیے مائع کے ٹمپریچر میں کمی واقع ہو جاتی ہے۔ پسینہ کی بخارات میں تبدیلی ہمارے جسم کو ٹھنڈا کرنے میں مدد دیتی ہے۔

مائع کی سطح سے ایو یپوریشن کا عمل ہر ٹمپریچر پر جاری رہتا ہے۔ ایو یپوریشن کے عمل کی شرح کا انحصار مندرجہ ذیل عوامل پر ہوتا ہے۔

ٹمپریچر (Temperature)

زیادہ بلند ٹمپریچر پر ایک مائع کے زیادہ تر مالیکیولز تیز رفتاری سے حرکت کرتے ہیں۔ لہٰذا زیادہ تعداد میں مالیکیولز اس کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اس لیے ایو یپوریشن کم ٹمپریچر کے بہ نسبت بلند ٹمپریچر پر تیز تر ہوتا ہے۔ گیلے کپڑے گرمیوں میں سردیوں کی بہ نسبت جلد کیوں سوکھ جاتے ہیں؟

سطح کا رقبہ (Surface Area)

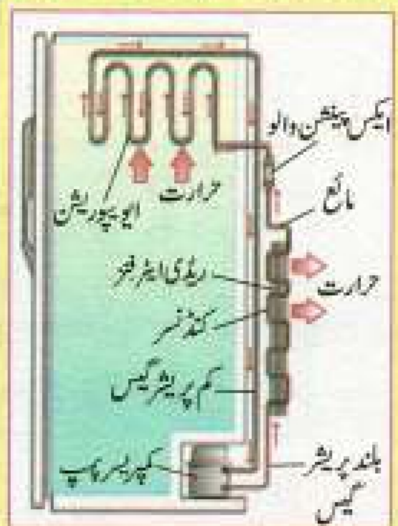
کسی مائع کی سطح کا رقبہ جتنا زیادہ ہوتا ہے اتنی ہی زیادہ تعداد میں مالیکیولز اس کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اسی وجہ سے جب پانی کو بڑے رقبہ پر پھیلا دیا جائے تو پانی زیادہ تیزی سے بخارات میں تبدیل ہوتا ہے۔

ہوا (Wind)

کسی مائع کی سطح کے اوپر چلتی ہوئی تیز ہوا مائع کے ان مالیکیولز کو بہا کر لے جاتی ہے جو اس وقت مائع کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اس طرح ہوا ان مالیکیولز کی مائع میں دوبارہ واپسی کو روکتی ہے۔ اس طرح سے مائع کی سطح سے زیادہ مالیکیولز کو باہر نکلنے کا موقع ملتا ہے۔

مائع کی نوعیت (Nature of the Liquid)

کیا پانی اور سپرٹ ایک ہی شرح سے ایو یپوریٹ ہوتے ہیں؟ مائعات کے

ریفریجریٹرز میں ٹھنڈا کرنے کا عمل

ریفریجریٹرز میں مائع میں تبدیل کی گئی ایک گیس کی ایو یپوریشن سے ٹھنڈک پیدا کی جاتی ہے۔ فری آن (Freon) ایک CFC کو بطور ریفریجریٹر گیس کے استعمال کیا جاتا ہے۔ لیکن جب اس حقیقت کا پتا چلا کہ CFC بالائی اسٹماسفیئر میں اوزون ڈپلیشن (Ozone depletion) کا سبب بنتی ہے، جس کے نتیجے میں سورج سے آنے والی UV ریز (rays) کی مقدار میں اضافہ ہوا ہے تو اس کا استعمال روک دیا گیا ہے۔ یہ ریز جانداروں کے لیے نقصان دہ ہیں۔ اب فری آن گیس کی جگہ امونیا اور دیگر اشیا نے لے لی ہے جو ماحول کے لیے نقصان دہ نہیں ہیں۔

اویپوریٹ ہونے کی شرح مختلف ہوتی ہے۔ اپنی ہتھیلی پر ایتھر یا سپرٹ کے چند قطرے ڈالیں۔ یہ تیزی سے بخارات بن کر اڑ جاتے ہیں۔ آپ ٹھنڈک محسوس کرتے ہیں۔ کیوں؟

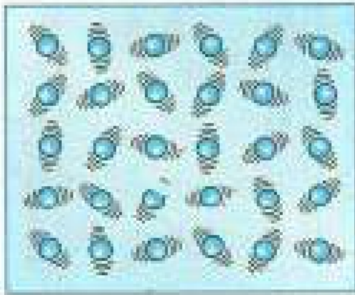
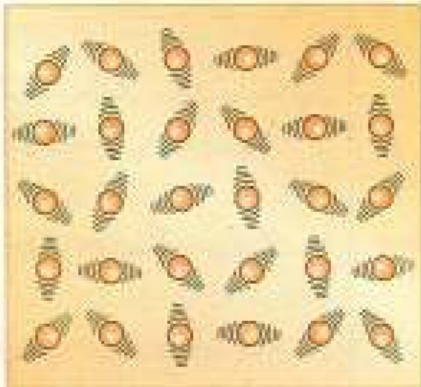
8.8 حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion)

ٹھوس، مائع اور گیسز میں اکثر اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں اور ٹھنڈا کرنے پر سکڑتی ہیں۔ ان کے حرارتی پھیلاؤ یا سکڑاؤ عام طور پر بہت کم ہوتے ہیں اور مشاہدہ میں نہیں آتے۔ تاہم یہ پھیلاؤ اور سکڑاؤ ہماری روزمرہ زندگی میں اہم ہوتے ہیں۔

کسی جسم کے مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی اس کے ٹمپریچر پر منحصر ہوتی ہے۔ ایک ٹھوس شے کے مالیکیولز کم ٹمپریچر کے مقابلہ میں زیادہ ٹمپریچر پر زیادہ ایمپلی ٹیوڈ (amplitude) سے وائبریٹ کرتے ہیں۔ پس گرم کرنے پر کسی جسم کے ایٹمز یا مالیکیولز کے وائبریٹ کرنے کا ایمپلی ٹیوڈ بڑھ جاتا ہے۔ جیسے جیسے کسی جسم کے ایٹمز یا مالیکیولز کے وائبریٹ کرنے کا ایمپلی ٹیوڈ بڑھتا چلا جاتا ہے وہ زیادہ دور تک ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں۔ اس طرح سے شے کی لمبائی، چوڑائی اور موٹائی میں اضافہ ہوتا ہے۔

(a)

(b)

شکل 8.4: ایک جسم کے مالیکیولز حرکت کرتے ہوئے (a) کم ٹمپریچر پر کم ایمپلی ٹیوڈ (b) بلند ٹمپریچر پر زیادہ ایمپلی ٹیوڈ۔

ٹھوس اجسام میں طولی حرارتی پھیلاؤ (Linear Thermal Expansion in Solids)

یہ بات مشاہدہ میں آئی ہے کہ ٹھوس اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں اور ان کا پھیلاؤ ٹمپریچر کی ایک وسیع حد میں تقریباً یکساں رہتا ہے۔ فرض کریں کہ ایک دھاتی سلاخ جس کی لمبائی L_o اور اس کا ٹمپریچر T_o ہے۔ اسے T ٹمپریچر تک گرم کرنے پر اس کی لمبائی L ہو جاتی ہے۔ پس

سلاخ کی لمبائی میں اضافہ $= \Delta L = L - L_o$

ٹمپریچر میں اضافہ $= \Delta T = T - T_o$

تجربہ سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ ٹھوس اشیا کی لمبائی میں تبدیلی اس کی ابتدائی لمبائی اور ٹمپریچر میں تبدیلی کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

پس

$$\Delta L \propto L_o \Delta T$$

یا

$$\Delta L = \alpha L_o \Delta T \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8.9)$$

یا

$$L - L_o = \alpha L_o \Delta T$$

یا

$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T) \ldots (8.10)$$

جبکہ α کسی شے کے طولی حرارتی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ ہے۔

مساوات (8.9) کی مدد سے

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o \Delta T} \ldots \ldots \ldots \quad (8.11)$$

پس کسی شے کے طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

اگر کسی سلاخ کی ایک میٹر لمبائی کو 1K ٹمپریچر کے فرق تک گرم کیا جائے تو اس کی لمبائی میں اضافے کو طولی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہتے ہیں۔

چند عام ٹھوس اشیا کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ ٹیبل (8.3) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 8.3: چند عام ٹھوس اشیا کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ

شے	α (K^{-1})
ایلومینیم	2.4×10^{-5}
پیتل	1.9×10^{-5}
کاپر	1.7×10^{-5}
سٹیل	1.2×10^{-5}
سلور	1.93×10^{-5}
گولڈ	1.3×10^{-5}
پلاٹینم	8.6×10^{-5}
ٹنگسٹن	0.4×10^{-5}
گلاس	0.3×10^{-5}
کنکریٹ	1.2×10^{-5}

مثال 8.6

ایک پیتل کی سلاخ جو 0°C ٹمپریچر پر ایک میٹر لمبی ہے۔ اس کی لمبائی 30°C پر معلوم کیجیے۔ جبکہ پیتل کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$ ہے۔

حل

$$L_o = 1m$$

$$t = 30°C$$

$$t_o = 0°C$$

$$T_o = 0+273 = 273K$$

$$T = 30 + 273 = 303K$$

$$\Delta T = T - T_o$$

$$= 303 K - 273 K$$

$$= 30 K$$

$$\alpha = 1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$$

چونکہ $L = L_o(1 + \alpha \Delta T)$

اس لیے $L = 1\,m \times (1 + 1.9 \times 10^{-5} K^{-1} \times 30\,K)$

$L = 1.00057\,m$

پس $30°C$ پر پیتل کی سلاخ کی لمبائی $1.00057\,m$ ہوگی۔

والیوم میں حرارتی پھیلاؤ (Volume Thermal Expansion)

ٹمپریچر کی تبدیلی کے ساتھ کسی ٹھوس شے کا والیوم بھی تبدیل ہوتا ہے اور اسے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔ فرض کریں ایک ٹھوس شے جس کا T_o ٹمپریچر پر ابتدائی والیوم V_o ہے۔ ٹھوس شے کو ٹمپریچر T تک گرم کرنے پر اس کا والیوم V ہو جاتا ہے۔ اس طرح

ٹھوس شے کے والیوم میں تبدیلی $\Delta V = V - V_o$

اور ٹمپریچر میں تبدیلی $\Delta T = T - T_o$

طولی پھیلاؤ کی طرح والیوم میں تبدیلی ΔV ابتدائی والیوم V_o اور ٹمپریچر میں تبدیلی ΔT کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ پس

$$\Delta V \propto V_o \Delta T$$

یا

$$\Delta V = \beta V_o \Delta T \quad \dots\dots\dots (8.12)$$

یا

$$V - V_o = \beta V_o \Delta T$$

$$\therefore \quad V = V_o (1 + \beta \Delta T) \quad \dots\dots\dots (8.13)$$

جبکہ β والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کو ظاہر کرتا ہے۔

مساوات (8.12) کی مدد سے

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_o \Delta T} \quad \dots\dots\dots (8.14)$$

پس کسی شے کے والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ β کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

کسی شے کے یونٹ والیوم میں ٹمپریچر کی فی کیلون (IK) تبدیلی کے ساتھ ہونے والی تبدیلی والیوم میں پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہلاتی ہے۔

ٹیبل 8.4: مختلف اشیا کے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ

شے	$\beta\ (K^{-1})$
ایلومینیم	7.2×10^{-5}
پیتل	6.0×10^{-5}
کاپر	5.1×10^{-5}
سٹیل	3.6×10^{-5}
پلاٹینم	27.0×10^{-5}
گلاس	0.9×10^{-5}
گلیسرین	53×10^{-5}
مرکری	18×10^{-5}
پانی	21×10^{-5}
ہوا	3.67×10^{-3}
کاربن ڈائی آکسائڈ	3.72×10^{-3}
ہائیڈروجن	3.66×10^{-3}

طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ اور والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کا تعلق یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\beta = 3\alpha \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \ldots \quad \ldots (8.15)$$

مثال 8.7

100°C پر پیتل کے کیوب کا والیوم معلوم کریں۔ جس کی لمبائی 0°C پر 10 سینٹی میٹر ہے۔ جبکہ پیتل کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$ ہے۔

حل

ابتدائی لمبائی $L_o = 10cm = 0.1\ m$

ابتدائی ٹمپریچر $T_o = 0°C = (0 + 273)\ K = 273\ K$

$T = 100°C = (100 + 273)\ K = 373\ K$

$\Delta T = T - T_o$

$= 373\ K - 273\ K = 100\ K$

$\alpha = 1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$

کیونکہ $\beta = 3\alpha$

اس لیے $\beta = 3 \times 1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$

$= 5.7 \times 10^{-5} K^{-1}$

ابتدائی والیوم $V_o = L^3_o = (0.1\ m)^3$

$= 0.001\ m^3 = 10^{-3}\ m^3$

کیونکہ $V = V_o(1 + \beta\Delta T)$

اس لیے $V = 10^{-3}\ m^3 \times (1 + 5.7 \times 10^{-5} K^{-1} \times 100\ K)$

یا $V = 10^{-3} m^3 \times (1 + 5.7 \times 10^{-3})$

$= 10^{-3} m^3 \times (1 + 0.0057)$

$= 1.0057 \times 10^{-3} m^3$

پس 100°C پر پیتل کے کیوب کا والیوم $1.0057 \times 10^{-3}\ m^3$ ہوگا۔

حرارتی پھیلاؤ کے اثرات
(Consequences of Thermal Expansion)

ریلوے کی پٹڑیوں کے درمیان خلا کیوں رکھا جاتا ہے؟ ٹھوس اشیا کا پھیلاؤ پلوں، ریلوے کی پٹڑیوں اور سڑکوں کو نقصان پہنچا سکتا ہے۔ کیونکہ یہ مستقل طور پر ٹمپریچر کی تبدیلیوں کے زیر اثر رہتے ہیں۔ لہٰذا تعمیر کرتے وقت ٹمپریچر کے ساتھ پھیلاؤ اور سکڑاؤ کے لیے گنجائش رکھی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر ریلوے کی پٹڑیاں بچھاتے وقت ان کے درمیان خلا چھوڑا جاتا ہے تاکہ گرمی کے موسم کے دوران پٹڑی کا پھیلاؤ اس کے ٹیڑھا ہونے کا سبب نہ بنے۔

شکل 8.15: موسم گرما کے دوران حرارتی پھیلاؤ کی تلافی کے لیے ریلوے کی پٹڑیوں میں خالی جگہ چھوڑی جاتی ہے۔

سٹیل کے شہتیروں (steel girders) سے بنائے گئے پل بھی دن کے دوران پھیلتے ہیں اور رات کے دوران سکڑتے ہیں۔ اگر ان کے سروں کو مضبوطی سے پیوست کر دیا جائے تو یہ ٹیڑھے ہو جائیں گے۔ اس لیے حرارتی پھیلاؤ کے لیے ان کے ایک سرے کو فکس کر دیا جاتا ہے جبکہ دوسرے سرے کو پھیلاؤ کے لیے چھوڑے گئے خلا میں لگے رولرز (rollers) پر رکھ دیا جاتا ہے۔ الیکٹرک سپلائی کے لیے لگائے گئے کھمبوں پر لٹکائے گئے تاروں کو کسی حد تک ڈھیلا رکھا جاتا ہے تاکہ موسم سرما میں بغیر ٹوٹے سکڑ سکیں۔

شکل 8.16: ایسے پلوں میں جن کے ایک سرے پر رولرز موجود ہوں۔ پھیلاؤ یا سکڑاؤ کے لیے گنجائش مہیا کرتے ہیں۔

شکل 8.17: الیکٹریسٹی کے کھمبوں پر لگی تاروں کو موسم سرما میں ٹوٹنے سے بچاؤ کے لیے کچھ ڈھیلا رکھا جاتا ہے۔

حرارتی پھیلاؤ کا اطلاق
(Applications of Thermal Expansion)

حرارتی پھیلاؤ کا ہماری روزمرہ زندگی میں استعمال ہوتا ہے۔ تھرمومیٹرز میں حرارتی پھیلاؤ ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ بوتل کے سخت ڈھکن کو کھولنے کے لیے اسے ایک منٹ کے لگ بھگ گرم پانی میں ڈبوئیے۔ میٹل کا ڈھکن پھیلتا ہے اور ڈھیلا ہو جاتا ہے۔ اب اسے آسانی سے کھولا جا سکتا ہے۔

سٹیل کی پلیٹوں کو مضبوطی سے جوڑنے کے لیے پلیٹوں میں موجود سوراخوں میں سرخ گرم ریوٹس (rivets) ٹھونکی جاتی ہیں جیسا کہ شکل (8.18a) میں دکھایا گیا ہے۔ ریوٹس کے سرے کو پھر ہتھوڑے سے کوٹا جاتا ہے۔ ٹھنڈا ہونے پر ریوٹس سکڑتی ہیں اور پلیٹیں مضبوطی کے ساتھ آپس میں جکڑی جاتی ہیں۔

شکل 8.18 (a) گرم ریوٹس ڈالنے پر (b) ریوٹس کے سروں کو ہتھوڑے سے کوٹنے کے بعد ٹھنڈا ہونے پر۔

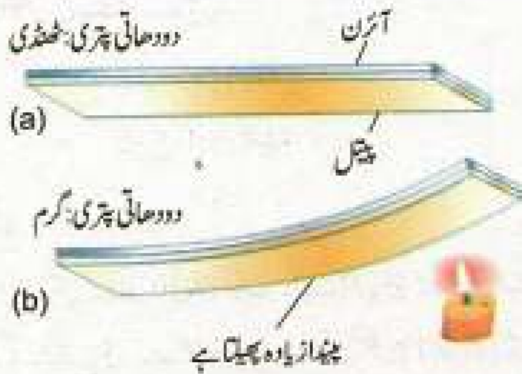
بیل گاڑیوں کے لکڑی کے پہیوں پر لوہے کے حلقے (rims) چڑھائے جاتے

ہیں۔ لوہے کے حلقوں کو گرم کیا جاتا ہے۔ حرارتی پھیلاؤ ان کے لکڑی کے پہیے پر پھسل کر چڑھنے کا سبب بنتا ہے۔ گرم حلقہ چڑھانے کے بعد اس پر پانی ڈال کر ٹھنڈا کر لیا جاتا ہے۔ ٹھنڈا ہونے پر حلقہ سکڑ کر پہیے کے ساتھ مضبوطی سے جڑ جاتا ہے۔

دو دھاتی پتری (Bimetallic Strip)

دو دھاتی پتری میں مختلف میٹلز کی دو باریک پتریاں جیسے پیتل اور لوہا باہم جوڑ دی جاتی ہیں جیسا کہ شکل (8.19a) میں دکھایا گیا ہے۔ چونکہ پیتل لوہے سے زیادہ پھیلتا ہے۔ یہ غیر مساوی پھیلاؤ پتری کے مڑ جانے کا سبب بنتا ہے۔ اس لیے گرم کرنے پر یہ مڑ جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (8.19b) میں دکھایا گیا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

پانی 4°C سے نیچے ٹھنڈا کرنے پر پھیلتا ہے۔ حتیٰ کہ اس کا ٹمپریچر 0°C پر پہنچ جائے۔ مزید ٹھنڈا کرنے پر اس کا والیوم اچانک بڑھتا ہے۔ جیسا کہ یہ 0°C پر برف میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ جب برف کو 0°C سے نیچے ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو یہ سکڑتی ہے۔ یعنی ٹھوس اشیا کی طرح والیوم کم ہو جاتا ہے۔ پانی کا یہ غیر معمولی پھیلاؤ پانی کا بے قاعدہ پھیلاؤ کہلاتا ہے۔

شکل 8.19: (a) پیتل اور لوہے کی دو دھاتی پتری (b) پیتل - آئرن دو دھاتی پتری ان کے درمیان حرارتی پھیلاؤ کے فرق کی وجہ سے مڑتی ہے۔

دو دھاتی پتریاں مختلف مقاصد کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ دو دھاتی پتریاں تھرمومیٹرز میں ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔ یہ تھرمومیٹرز بھٹیوں (furnaces) اور تنوروں (ovens) کا ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ یہ تھرمومیٹرز تھرموسٹیٹ (thermostat) میں ٹمپریچر برقرار رکھنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ دو دھاتی پتری الیکٹرک استری میں ہیٹر کی کوائل کا ٹمپریچر کنٹرول کرنے والے تھرموسٹیٹ سوئچ میں بھی استعمال ہوتی ہے جیسا کہ شکل (8.20) میں دکھایا گیا ہے۔

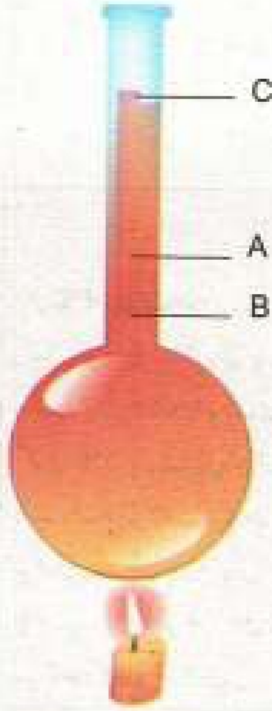
شکل 8.20: دو دھاتی تھرموسٹیٹ پہلے سے سیٹ کیے گئے ٹمپریچر پر الیکٹرک سرکٹ کو کاٹ دیتا ہے۔

مائعات کا حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion of Liquids)

مائعات کے مالیکیولز کسی مائع کے اندر تمام اطراف میں حرکت کرنے کے لیے آزاد ہوتے ہیں۔ مائع کو گرم کرنے پر اس کے مالیکیولز کی تھرتھراہٹ کا اوسط ایمپلی ٹیوڈ

بڑھ جاتا ہے۔ مالیکیولز ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں جس کے لیے انہیں زیادہ جگہ درکار ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ مائعات گرم کرنے پر پھیلتے ہیں۔ مائعات میں حرارتی پھیلاؤ ان کے مالیکیولز کے درمیان کشش کی کمزور فورسز کے سبب ٹھوس کے مقابلہ میں زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے مائعات کے والیوم کے حرارتی پھیلاؤ کی شرح ٹھوس اشیا سے زیادہ بڑی ہوتی ہے۔

مائعات کی اپنی کوئی مخصوص شکل نہیں ہوتی۔ ایک مائع ہمیشہ جس برتن میں انڈیلا جاتا ہے اس کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ نیز جب مائع کو گرم کیا جاتا ہے تو مائع اور برتن دونوں کے والیوم میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ لہٰذا مائع کے لیے حرارتی والیوم میں پھیلاؤ دو طرح کے ہوتے ہیں۔

- حقیقی والیوم پھیلاؤ
- ظاہری والیوم پھیلاؤ

شکل 8.21: مائع کا ظاہری اور حقیقی پھیلاؤ

سرگرمی

ایک لمبی گردن والی فلاسک لیجیے۔ اس کی گردن پر لگے ہوئے نشان A تک اسے رنگ دار پانی سے بھر لیجیے۔ جیسا کہ شکل (8.21) میں دکھایا گیا ہے۔ اب فلاسک کو پیندے سے گرم کرنا شروع کریں۔ پانی کی سطح پہلے B پوائنٹ تک نیچے گرتی ہے اور پھر C پوائنٹ تک اُوپر چڑھتی ہے۔ حرارت پہلے صراحی تک پہنچتی ہے جو پھیلتی ہے اور اس کے والیوم میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ نتیجتاً مائع فلاسک میں نیچے آ جاتا ہے اور اس کی سطح B پوائنٹ تک نیچے گر جاتی ہے۔ کچھ دیر کے بعد مائع گرم ہونے پر نشان B سے اوپر چڑھنا شروع ہو جاتا ہے۔ کسی ٹمپریچر پر یہ نشان C تک پہنچ جاتا ہے۔ مائع کی سطح میں A سے C تک کا اضافہ مائع کے والیوم میں ظاہری پھیلاؤ کے سبب ہوتا ہے۔ مائع کا حقیقی پھیلاؤ فلاسک میں ہونے والے پھیلاؤ کی وجہ سے اس کے حرارتی پھیلاؤ کے علاوہ A اور C کے درمیان والیوم کے فرق کے برابر ہوتا ہے۔ پس

مائع کا حقیقی پھیلاؤ = مائع کا ظاہری پھیلاؤ + صراحی کا پھیلاؤ

یا $$BC = AC + AB \quad \ldots \ldots (8.16)$$

کسی مائع کا والیوم میں پھیلاؤ بشمول برتن کے پھیلاؤ کے، مائع کا حقیقی والیوم میں پھیلاؤ کہلاتا ہے۔

کسی مائع کے والیوم میں پھیلاؤ کی حقیقی شرح β_r کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

ایک مائع کے حقیقی والیوم میں اس کے ٹمپریچر میں 1K (1°C) اضافہ سے ہونے والی تبدیلی مائع کے والیوم میں حقیقی پھیلاؤ کی شرح β_r کہلاتی ہے۔

والیوم میں پھیلاؤ کی حقیقی شرح β_r ہمیشہ برتن کے والیوم میں پھیلاؤ کی شرح β_g کے برابر مقدار سے والیوم میں پھیلاؤ کی ظاہری شرح β_a سے بڑی ہوتی ہے۔ لہٰذا

$$\beta_r = \beta_a + \beta_g \quad \ldots \ldots \ldots (8.17)$$

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مختلف مائعات میں والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ مختلف ہوتے ہیں۔

خلاصہ

- کسی جسم کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کو ٹمپریچر کہتے ہیں۔
- تھرمومیٹر کسی جسم یا جگہ کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے بنائے جاتے ہیں۔
- لوئر فکسڈ پوائنٹ وہ نشان ہوتا ہے جو تھرمومیٹر میں مرکری کی وہ پوزیشن بتاتا ہے، جس پر برف پگھلتی ہے۔
- اپر فکسڈ پوائنٹ وہ نشان ہوتا ہے جو تھرمومیٹر میں مرکری کی وہ پوزیشن بتاتا ہے، جس پر پانی کھولتا ہے۔
- ٹمپریچر سکیلز کی باہمی تبدیلی:

  سیلسیس سے کیلون سکیل:

  $$T(K) = 273 + C$$

  کیلون سے سیلسیس سکیل:

  $$C = T(K) - 273$$

  سیلسیس سے فارن ہائیٹ سکیل:

  $$F = 1.8\,C + 32$$

- حرارت انرجی کی ایک قسم ہے۔ اس انرجی کو اس وقت تک حرارت کہا جاتا ہے جب تک یہ ایک جسم سے دوسرے جسم کو منتقلی کے مراحل میں ہوتی ہے۔ جب ایک جسم کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کے مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی میں اضافہ ہو جاتا ہے اور مالیکیولز کا اوسط درمیانی فاصلہ بڑھ جاتا ہے۔
- مائعات اور گیسز کے حرارتی والیوم کے پھیلاؤ دو طرح کے ہوتے ہیں۔ والیوم کا ظاہری پھیلاؤ اور والیوم کا حقیقی پھیلاؤ۔
- کسی شے کے یونٹ ماس کے ٹمپریچر میں ایک کیلون 1K (1°C) اضافہ کے لیے درکار حرارت کی مقدار، حرارت مخصوصہ کہلاتی ہے۔
- کسی شے کے یونٹ ماس کو اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر ٹھوس حالت سے مائع حالت میں تبدیل ہونے کے لیے درکار حرارت اس کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت کہلاتی ہے۔
- ایک مائع کے یونٹ ماس کو کسی کونسٹنٹ ٹمپریچر پر مکمل طور پر مائع سے گیس میں تبدیل ہونے کے لیے درکار حرارت کی مقدار کو ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کہتے ہیں۔

- یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ ٹھوس اجسام گرم ہونے پر پھیلتے ہیں اور ان کا پھیلاؤ ٹمپریچر کی ایک وسیع حد میں قریباً یونیفارم ہوتا ہے۔ اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

$$L = L_o(1 + \alpha \Delta T)$$

- کسی سلاخ کے ایک کیلون ٹمپریچر کے اضافہ سے ہونے والی طولی پھیلاؤ کی شرح، طولی حرارتی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہلاتا ہے۔

- ایک ٹھوس جسم کا والیوم اس کے ٹمپریچر کے تبدیل ہونے سے تبدیل ہوتا ہے۔ اسے والیوم کا پھیلاؤ کہتے ہیں۔ اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

$$V = V_o(1 + \beta \Delta T)$$

- کسی جسم میں ایک کیلون ٹمپریچر کے اضافے سے ہونے والی والیوم کی شرح میں تبدیلی اس کے والیوم کے حرارتی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہلاتا ہے۔

سوالات

8.1 مندرجہ ذیل ممکنہ جوابات میں سے درست جوابات کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) پانی جس ٹمپریچر پر برف بن جاتا ہے:

(a) 0 °F (b) 32 °F
(c) −273 K (d) 0 K

(ii) نارمل یا صحت مند انسانی جسم کا ٹمپریچر ہے:

(a) 15 °C (b) 37 °C
(c) 37 °F (d) 98.6 °C

(iii) مرکری کو تھرمومیٹرک میٹیریل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ یہ رکھتا ہے:

(a) یکساں حرارتی پھیلاؤ (b) کم فریزنگ پوائنٹ
(c) کم حرارتی گنجائش (d) یہ تمام خصوصیات

(iv) کون سا میٹیریل زیادہ حرارت مخصوصہ کا حامل ہے؟

(a) کاپر (b) برف
(c) پانی (d) مرکری

(v) درج ذیل میں سے کس میٹیریل کے طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت زیادہ ہوتی ہے؟

(a) ایلومینیم (b) گولڈ (c) پیتل (d) سٹیل

(vi) ایک ٹھوس شے کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $2 \times 10^{-5} K^{-1}$ ہے۔ اس کے والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت ہوگی:

(a) $2 \times 10^{-5} K^{-1}$
(b) $6 \times 10^{-5} K^{-1}$
(c) $8 \times 10^{-15} K^{-1}$
(d) $8 \times 10^{-5} K^{-1}$

(vii) ان میں سے کون سا جزو ایویپوریشن کو متاثر کرتا ہے؟

(a) ٹمپریچر (b) مائع کی سطح کا ایریا
(c) ہوا (d) یہ تمام عوامل

8.2 حرارت کا بہاؤ گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف ہوتا ہے۔ کیوں؟

8.3 حرارت اور ٹمپریچر کی اصطلاحات کی تعریف کریں۔

8.4 کسی جسم کی انٹرنل انرجی سے کیا مراد ہے؟

8.5 کسی گیس کے مالیکیولز کی موشن پر حرارت کا کیا اثر ہوتا ہے؟

8.6 تھرمومیٹر کیا ہوتا ہے؟ مرکری کو تھرمومیٹرک میٹیریل کے طور پر کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

8.7 والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کی وضاحت کریں۔

8.8 حرارت مخصوصہ کی تعریف کیجیے۔ ایک ٹھوس جسم کی حرارت مخصوصہ کیسے معلوم کی جاتی ہے؟

8.9 پگھلاؤ کی مخفی حرارت کی تعریف کیجیے۔

8.10 ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کی تعریف کیجیے۔

8.11 ایویپوریشن سے کیا مراد ہے؟ کسی مائع کی ایویپوریشن کا انحصار کن عوامل پر ہوتا ہے؟ واضح کریں۔ ایویپوریشن سے ٹھنڈک کیسے پیدا ہوتی ہے؟

مشقی سوالات

8.1 ایک بیکر میں موجود پانی کا ٹمپریچر 50 °C ہے۔ فارن ہائیٹ سکیل میں ٹمپریچر کتنا ہوگا؟ (122°F)

8.2 انسانی جسم کا نارمل ٹمپریچر 98.6 °F ہوتا ہے۔ اسے سیلسیس اور کیلون سکیل میں تبدیل کیجیے۔

(37°C, 310K)

8.3 2 میٹر لمبی ایک ایلومینم کی سلاخ کو 0 °C سے 20 °C تک گرم کیا گیا ہے۔ سلاخ کی لمبائی میں اضافہ معلوم کریں۔ جبکہ ایلومینم کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $2.5x10^{-5}$ K^{-1} ہے۔

(0.1cm)

8.4 ایک غبارے میں 15°C پر $1.2m^3$ ہوا موجود ہے۔ اس کا والیوم 40°C پر معلوم کیجیے۔ جبکہ ہوا کے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $3.67x10^{-3}$ m^3 ہے۔

(1.3 m^3)

8.5 0.5 کلوگرام پانی کا ٹمپریچر 10 °C سے 65 °C تک بڑھانے کے لیے حرارت کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟

(115500 J)

8.6 ایک الیکٹرک ہیٹر 1000 Js^{-1} کی شرح سے حرارت مہیا کرتا ہے۔ 200 گرام پانی کا ٹمپریچر 20°C سے 90 °C تک بڑھانے کے لیے کتنا وقت درکار ہوگا؟

(58.8 s)

8.7 50000 جول حرارت مہیا کرنے سے کتنی برف پگھلے گی؟ جبکہ برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت 336000 Jkg^{-1} ہے۔

(150 g)

8.8 -10°C ٹمپریچر پر موجود 100g برف کو پگھلا کر 10°C ٹمپریچر پر پانی میں تبدیل کرنے کے لیے درکار حرارت کی مقدار معلوم کیجیے۔ جبکہ (برف کی حرارت مخصوصہ 2100 Jkg^{-1} K^{-1} ہے۔ پانی کی حرارت مخصوصہ 4200 Jkg^{-1} K^{-1} ہے اور برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت 336000 Jkg^{-1} ہے۔

(39900 J)

8.9 100 گرام پانی کو 100°C ٹمپریچر پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہو گی؟ جبکہ پانی کی ایویپوریشن کی مخفی حرارت 2.26×10^6 Jkg^{-1} ہے۔

(2.26×10^5 J)

8.10 10 °C ٹمپریچر پر موجود 500 g پانی میں سے 100 °C پر 5 g بھاپ گزارنے کے بعد پانی کا ٹمپریچر معلوم کیجیے جبکہ پانی کی حرارت مخصوصہ 4200 $Jkg^{-1}K^{-1}$ اور پانی کی ایویپوریشن کی مخفی حرارت 2.26×10^6 Jkg^{-1} ہے۔

(16.2 °C)